

에너지 소비량을 줄이는데 있어서 효율을 높이는 방법과 적게 사용하는 절약방법으로 나눌 수 있다.

근본적으로 모든 연료는 완전연소 되는 것으로 보고 연소 효율을 따지지 않고 이용효율만을 따지는 것이 통례로 되어 있어서 효율화를 절약에 포함

서 빨간재를 끊어버리는 일이 허다하여 교체로 인한 재의 잔열 손실과 하부 비연소탄소 발생증가 또는 교체회수 증가에 따른 피어나는 소비열량 증가 등의 낭비까지 감수함은 물론 (서울대학교 윤덕노 교수의 84년도 실태조사에 의하면) CO가스 중독사고 피해자가 128만명중 사망자 만도 4,200명으로 급증한데 대하여 민족적 수난이라고 까지 한탄했다.

서울지구의 3구 3탄식은 온수겸 난방의 경우 하루에 최고 18개를 교체하기 위해 54개를 들어내고 54개를 다시 넣을때 36개의 구멍을 맞추면서 농도가 21%나 높은 CO를 마셔야 하는 번거로움은 소품장난으로 서도 지나치고 잔인한 것이며 연탄의 구조적 모순과 다구다탄식 보일러의 모순을 하루에 한개 같이 1구 2탄식으로 개선하여 효율상승과 에너지 및 원자재 절약의 조건을 수요자에게 마련해 주어야 난방효과가 상승되고 가스사고가 줄어들어 온돌기능사의 시공기술을 인정받을 수 있으며, 사용자의 불편에 따른 연탄난방의 기피현상을 막아 에너지사용 다변화 시책에 호응하고 온돌기능사의 시공업무 량도 늘어날 것이다.

다음과 같이 구멍탄의 연소 특성을 정립하여 기술향상을 도모하고 주무국의 온돌 기능사로서 체면회복에 기여 하고자 한다.

1. 구멍탄의 열량과 중량

원탄의 질에 관계없이 40년

논 단

연탄의 효율적 이용과 에너지 절약

시켜 에너지 절약으로 통칭하고 있다.

그러나 가정에 사용하고 있는 구멍탄은 하루 이상 사용분의 연료를 연소 온도 이상의 고열상태로 공급해두고 공기역제 조절로 연소량을 조절하는 우리나라 고유의 특수 연소방법인데, 통상의 연소방법으로 생각하고자 하는 잘못으로 현재 사용하고 있는 구멍탄의 구조적 모순이 발생하여 연소 효율이 사용 조건에 따라 최저 25%까지 떨어지는데다가 하루에 3-8회 구멍탄 교체로 시간맞추기에 어려움이 따라

김 응 갑

환경열관리연구소 소장

간의 사용결과로 보아 기준열량은 4,650 kcal/kg ±3% 범위로 탄소분에는 회분을 배합하여 사용하는 것이 효과적이고 총열량에 총중량이 따라가므로 1호탄 3.6kg하면 4,500 kcal/kg ±2.2% × 3.6kg = 16,200kcal 총 열량인 것으로 보아도 차질이 없을 정도의 상관관계를 갖는 것이 구멍탄이다.

(가) 열량: 구멍탄은 연소물질이 모두 연소되고 나도 그 형태를 유지해야 하는 것이며 국내에서 채탄되는 원탄의 질이 좋았던 50년대는 황토를 섞어서 기준열량을 맞추어 제조하였고 74년 4월 연탄의 소형화 단행 이전에는 열량비율을 서울지구가 4,750kcal/kg ±5% × 4kg = 19,000kcal 2개(38,000kcal) 를 하루 사용량으로 하였고, 부산지구는 4,700kcal/kg ±5% × 4.5kg = 21,150kcal 1개를 하루 사용량으로 하여 추운 서울지구가 부산의 약 1.8배를 더 소비하였던 것이다.

그러나 원탄의 질저하란 이유로 점차 기준열량을 4,600 kcal/kg 이상 또는 4,600 kcal/kg ±5%로, 다시 하향선인 -5%(4,300 kcal/kg) 까지 인정한 후 지금은 -3.45%에 해당하는 4,400-4,600 kcal/kg로 기준열량이 애매하여져 이용효율 계산기준에 문제점이 발생하였다. 원칙은 이 중간점인 4,500 kcal/kg ±2.2%로 기준열량을 표시해야 제조과정의 오차를 감안한 정확한 계산을 할 수 있는 기준열량이 되는 것이다. 탄질이 저하될수록 재료의 배합과정이 어려

모든 연료는 완전연소 되는 것으로 보고 연소효율을 따지지 않으며 이용효율만을 따지는 것이 통례로 되어있으나 가정에 사용하는 구멍탄은 구조적모순과 다구다탄식 보일러의 모순을 개선하여 효율상승과 에너지 및 원자재 절약의 조건을 수요자에게 마련해 주어야 한다.

워 오차폭이 넓어야 하는데 ±5%에서 ±2.2%로 폭이 1/2로 줄어들어 규격미달이란 저질탄 시비가 많아진 것이다.

(1) 현행열량: 구멍탄의 성분은 고정탄소분이 54.56%, 회분 35.76%, 휘발분 3.21%, 유황분, 수분 5.97%(제조직후는 약 9.3%)로 되어 있는데 수분은 건조상태라 할지라도 공기중 습도에 따라 유동성이 있고 회분과 같이 열량에 포함되지 않아서 문제가 없으나 구멍탄은 교체후 서서히 가열되므로 2차연소온도에 도달하여 이차연소실에 불꽃이 발생하기전에 석유성분인 고열량 휘발분은 그대로 기화되어 증발 허실되고, 유황분 역시 2,500kcal/kg 열량을 보유하고는 있으나 630°C 착화온도로 높아지기전 구멍탄 자체에 함유되어 있는 수분이 170°C 이상의 고열수증기로 방출될때 녹아나가기 때문에 연탄에 있어서 휘발분이나 유황분의 열량은 실질적 열량으로 환산하는 지금의 방식은 열이용 효율에 차질이 생긴다.

예를 들면 남아프리카산 석탄의 경우 휘발분이 13.9% + 유황분 1.02% = 15.1% (기준열량 5,600kcal/kg) 이기 때문에 연탄열량 4,500kcal/kg

기준으로 환산하면 12.2%의 이용열량 차이가 발생한다.

(2) 바람직한 원탄: 교체 초기에 서서히 가열되는 2차연소방식의 구멍탄에 사용되는 원탄은 휘발분이 국산탄 기준 3% 이하인 것을 사용하되 휘발분이나 유황분은 열량으로 환산하지 말아야 한다. 휘발분이 많은 원탄은 1차연소 방식인 공업용이나 발전용 보일러에 사용하는 것이 휘발분 열량을 이용하는 효율화 방법이 된다.

(3) 원탄의 관리: 무연탄이라 할지라도 유연분이 섞여있고 휘발분이나 유황분은 모두 대기오염원이 되므로 연탄을 제조한 직후 일단 가열하여 전류하는 과정을 거쳐 탈황하고 코크스가스는 도시가스에 활용하는 코크스 구멍탄을 제조하는 것이 보일러나 가구 또는 건물의 부식을 막고 도심지 대기오염을 줄이는 방법이 될 것이다. 구멍탄은 분탄의 압착물이고 제조시에 약 9.3%의 수분을 섞기 때문에 가열만 하면 170°C 이상의 고압수증기가 방출되면서 간단하게 탈황이 가능하다.

이왕에 건류하여 사용할 때에는 값이 헐한 유연탄을 원탄으로 사용하면 건류비용이 빠

논단

지고 가스와의 유황 생산 또는 기물의 부식손실방지로 경제적인 코크스 연탄 생산이 가능할 것이다.

(4) 바람직한 기준열량: 구멍탄에 있어서 탄소의 함량은 4,650 kcal/kg $\pm 3\%$ 범위 기준열량이 이상적이라 할 수 있다. $+3\%$ 쪽 4,750 kcal/kg $\pm 5\%$ 양질 기준보다는 -3% 쪽 4,500 kcal/kg $\pm 5\%$ 기준이 부피에 비하여 총열량이 적어질 뿐 오히려 저열량 비율의 구멍탄이 구조적 모순만 개선되면 재의 잔열온도가 높아서 연소조건이 유리하여 진다.

개방화로 양질의 석탄이 많이 수입되어 자유판매되고 있으므로 구멍탄의 기준열량을 종전과 같이 높이는 것은 문제가 없고 3,000 kcal/kg 버력(저질탄) 활용도 시도하여 볼 만하다.

(나) 중량: 구멍탄의 중량은 1호탄 3.6kg, 2호탄 4.5kg, 3호탄 4.8kg, 4호탄 4.9kg, 5호탄 7.5kg 등으로 중량차가 균등하지 않아서 수요량에 맞추어 선택 사용하기가 어려운 실정이다. 또한 무게는 연탄을 만든 직후의 무게로 하되, 건조시의 표준무게는 각호별로 3.3kg, 4.1kg, 4.4kg, 4.5kg, 6.8kg으로 한다(관보 제10549호 77페이지 1. 연탄 (1) 품질기준 비교: 2항 참조)로 되어 있으나 제조시의 무게로 따진다면 유통과정의 시간 경과차에 따라 건조율이 달라서 수요자는 가름하기 어려워 지고 예를 들어 1호탄 3.6kg의 경우 건조시 중량은 그 차이 $0.3 \div 3.6 \times 100$

$= 8.333\%$, 2호탄 $0.4 \div 4.5 \times 100 = 8.888\%$, 3호탄 $0.4 \div 4.8 \times 100 = 8.333\%$, 4호탄 $0.4 \div 4.9 \times 100 = 8.16\%$ 로 각각 건조차이 기준이 애매하며, 5호탄 $0.7 \div 7.5 \times 100 = 9.333\%$ 와 완전건조시 중량기준치와 동일하여, 수요자가 가열하여 완전건조시킨후 중량 가름이 가능할 뿐이다.

따라서 수요자가 연탄의 질량을 간단히 가름할 수 있는 방법은 대기중에서 건조하였을 경우의 평균치 약 6%로 환산한 1호탄 3.38kg, 2호탄 4.23kg, 3호탄 4.5kg, 4호탄 4.61kg, 5호탄 7.05kg로 가름하는 것이 대체적 중량이 된다. 여기에 구멍탄은 탄소분 54.56% 만이 열량이기 때문에 1호탄의 경우 $3.38 \text{ kg} \times 0.5456 \times 8,100 \text{ kcal/kg} \cdot \text{C} = 14,939 \text{ kcal}$ 가 연탄 1개의 열량으로 보는 것이 비교적 정확하다.

구멍탄은 원탄의 질에 관계없이 기준열량으로 안배하여 제작함으로써 총열량에 총중량이 따라가는 것이며 그 비례도 별차가 없어서 정확한 열량계산은 1호탄의 경우 $3.6 \text{ kg} \times 4,500 \text{ kcal/kg} \pm 2.2\% = 16,200 \text{ kcal}$ 가 총열량이 된다. 그러나 실사용 열량은 여기서 휘발분과 유황분의 열량을 빼는 것이 정확한 계산이며 이용효율에 차질이 없어진다.

2. 외형의 지름과 높이

외형의 크기는 기름이나 가스에 있어서 용기의 크기에 해당된다. 지름은 정상적 구조에

서 시간당 완전연소 조건하의 최고 발열량과 관계가 있고 높이는 연소지속 시간과 연관이 된다.

(가) 높이: 3.6kg 1호탄의 경우 높이가 142mm 1장을 8시간에 연소시킬 때 $142 \text{ mm} \div 8 \text{ 시간} \div 60 \text{ 분} = 0.3 \text{ mm/분}$ 당이 탄소층의 1차연소 속도이고, $0.3 \times 5 = 1.5 \text{ mm/분}$ 당(질소량 4배포함)의 배기 상승속도가 되는 것이다. (16시간에 연소시킬 경우는 탄소연소속도 0.15 mm/분, 배기속도 0.75 mm/분)

(1) 1차연소(착화): 위와 같이 구멍탄의 1차연소 속도나 구멍들 속의 배기 상승 속도가 지극히 완만하므로 구멍탄의 1차연소층 완전연소에는 착화 온도 450-550°C 이상의 연소 온도유지를 위한 예열공기 공급과 산화층 상하에 보열 축열층이 따름을 필수 조건으로 한다. 따라서 착화층 밑의 하향전도에 의하여 형성되는 고온적열재층과 저온 가온층(공기 예열기)을 끊어 버리면 남은 구멍탄의 밑부분이 냉각되므로 연소 온도 유지선까지 산화층은 급 상승하면서 미연소탄소층이 형성되는 손실을 보게 되는 것이다.

(2) 환원작용: 착화층 상부 역시 적열환원층이 열을 빼앗기 때문에 온도가 1/3로 떨어지므로 그 위에 적열탄소보온층이 유지되어야 하고 교체 후에 새 연탄을 단시간내에 연소 온도를 높일 수 있는 열량을 보유하고 있어야 한다. 또한 교체 시간의 여유가 8-10 시간은 되어야 안심하고 잠을 자

거나 외출할 수 있다.

(3) 이상적 높이: 따라서 교체 직전 효과적 연소작용층(예열 재층+산화층+ 환원층+ 예열탄층) 높이는 최소한 지름의 3/5은 있어야 하고 잔열이 없는 재층 역시 총 연소 시간을 24시간으로 기준할때 8-10시간분 즉 최소한 지름의 3/5 높이는 되어야 하기 때문에 결국 구멍탄의 높이는 지름에 비하여 6/5 즉 1:1.2 비율정도 높이가 높은 것이 좋다. 이상의 이론들은 종전 부산지구 4.5kg 19공탄(지름 155mm 높이 160mm 21,150kcal) 1개로 하루분 취사점 난방에 여유있게 사용하였던 경험으로도 입증된다.

(4) 공기 송풍기: 온기를 갖고 있는 재층으로 부터 가열탄층이 높게 형성된 사이 구멍들은 배기상승력이 강한 반면 공기조절 연소억제 방법이며 단면적이 작은 공기공급관은 공기를 빨아들이는 송풍기능을 갖고 있어서 구멍탄 자체만으로 연소기능은 우수하다. 오히려 굴뚝의 높이가 높을수록 비중이 공기보다 1.52배나 무거운 CO₂의 분리 축적 압력을 받아 뚜껑사이로 배기가스가 분출되는 것이다. 따라서 구멍탄의 상승력보다 굴뚝의 배기력이 높을때 뚜껑사이로 2차연소공기가 빨려들기 때문에 굴뚝의 평균온도를 140도씨 이상 유지해 주어야 배기력이 발생하는 특성이 있어서 연소효율저하, 배기손실 과다, 가스역류 사고등 문제 해결에 어려움이 있다.

구멍탄의 중량은 중량차가 균등하지 않고 유통과정의 시간 경과 차에 따라 건조율이 달라 제조시의 무게로 가름하기 어려워지며, 구멍탄의 외형은 정상적 구조에서 시간당 완전연소 조건하의 최고 발열량과 관계가 있으며 연소지속 시간과 연관이 있다

(5) 현행 5호탄의 모순: 5호탄 7.5kg는 지름이 215mm에 비하여 높이가 142mm로 지나치게 낮아 최악의 기형 비율이기 때문에 실용성이 없어서 큰 연탄을 두고도 3.6kg용 다구 다탄식 보일러가 탄생하여 연탄포개기 소꿉장난이 시작되어 연탄과 기자재 허실이 엄청나게 증가 하였다.

3. 연탄의 구멍과 구멍의 지름 및 구멍간 간격

구멍의 지름과 간격은 구멍탄의 연소 효율을 좌우하기 때문에 설계에 있어서 가장 중시해야 한다.

(가) 구멍:

(1) 공기분배기: 구멍들은 우선 공기실에서 1차공기를 고르게 분배 공급하는 기능을 한다.

(2) 공기에열기: 재층에서는 하향전도열에 의하여 발생한 재의 잔열을 회수하여 올림과 동시에 1차 공기를 착화온도 이상 예열하여 1산화층에 공급하는 공기 예열기 기능을 한다.

(3) 1차연소(착화): 착화탄에 의하여 450-550℃로 가열하면 구멍탄은 발화되나 재층에 하향전도된 적열층에 의하여 착화온도 이상의 예열된 공기

를 공급받지 못하면 연소온도 미달로 꺼지게 된다. 1차 연소층에 공기가 공급되면 21%의 산소(O₂)가 소진되는 만큼의 얇은 이산화층(C+O₂=CO₂)이 형성되면서 일단 1차로 완전연소 되면서 탄소 1kg 당 8,100kcal 전열량이 발생한다.

(4) 환원작용(가스제조기): 1차산화층에 인접한 적열탄소(C) 층에 장시간 머무는 이산화탄소(CO₂)는 새로운 적열탄소와 결합하여 CO₂층 두께와 동일한 환원층을 형성하면서 C+CO₂=2CO로 전량 환원될때 -3,240kcal을 빼앗기고 4,860kcal가 남는데 이열이 2개의 CO로 나뉘면 개별 CO 제조시 열량은 2,430kcal/kg 1/3열량 밖에 발생하지 않는 셈이된다.

(5) 가스수송 호스: 제조된 CO 연소가스는 나머지 상부 구멍을 통해 구멍 끝(노즐)에 분출되는데 환원층 이상의 구멍들 속에는 O₂나 CO₂가 완전 소진된 상태여서 화학반응이 정지되므로 제조된 CO 가스를 수송하는 호스 기능만을 하게된다.

(나) 구멍의 지름과 간격:

(1) 구멍의 원주: 구멍의 지름에 따른 내부원주 3.14배는 탄소(C)에 산소(O₂)가 접촉

논단

하는 입구 부위로서 동일량의 공기 공급에 있어서 원주 크기에 반비례하여 산화층이 낮아진다.

(2) 구멍간 간격: 구멍간 탄층 두께가 좁아질수록(구멍수가 많을수록) 산화(산소 소비) 속도가 빨라지므로 정비례로 산화층이 낮아져서 일산화열의 집중현상을 일으켜 부분과열이 심화되고 축열체적이 줄어들고 전도율이 낮아져 균형적 연소온도 유지가 어려워진다.

(3) 산화층 높이: 동일한 원주와 구멍간 거리에 있어서 공기량 증가에 정비례하여 산화층이 높아지면서 가스발생량이 증가된다. 이때 구멍간 간격이 좁으면 중심부 과열현상이 심화된다.

(4) 환원층 높이: 산화층에서 공기 공급량의 21%에 해당하는 산소량 만큼의 CO₂가 발생하는데 그중 산소(O) 하나를 인접한 적열 탄소층이 빼앗으면서 CO 1개가 새로 형성되고 CO₂중 산소(O) 하나를 빼앗긴 CO는 바로 상승하므로 결국 2개의 CO가 발생하는 환원층은 높이가 자연적으로 산화층 높이와 같게 형성된다.

(5) 적절한 연소온도: 산화층과 환원층은 구멍의 내부면의 탄소가 소진되고 별집형 산소통로가 형성되는 부위여서 회분이 녹는 1,000°C 이상의 고열이 되면 별집형 미세공이 흐트러져 산소통로가 막혀서 구멍간 탄층사이에 미연소탄소가 발생하므로 최대연소시 중심부 온도가 900°C 이하여야

하고 최소 연소시 탄통을 통하여 열을 빼앗기는 주변온도는 600°C 이상을 유지하여야 한다. 일산화 층은 환원층에 열을 빼앗기고 하향전도에 의한 열의 분산이 되는 부위여서 주변열 확산율만 높으면 고열현상을 막을수 있어서 과열로 인한 중심부 미연소탄소 발생이나 산화층이 연탄의 포갠부를 통과할때 재가 녹아내려 달라붙는 것을 막을 수 있다. 여기서 탄소가 그대로 남아있는 환원층 이상의 적열탄층은 상승하는 열의 축적으로 고열이 되어 녹는다해도 산화층과 환원층이 상승하여 정상온도로 낮아지면 탄소가 타면서 공기통로가 형성될 수 있어서 예열탄층의 고열현상은 염려할 필요가 없다.

(6) 공기혼합기: 산화층은 탄소가 타면서, 환원층은 CO를 제조하면서 점차적으로 탄소가 소진되고 회분만 남아 별집형 공기통로가 형성되어, 분탄에 송풍기로 공기를 혼합하듯이 효과적으로 탄소층 깊숙이 공기를 혼합하는 공기혼합기 기능을 한다.

(7) 적절한 구멍간 간격: 3.6 kg 1호탄의 같은 지름 142mm의 단면적의 경우 중심구멍에서 외주방향 구멍간 거리와 두줄의 원형 둘레방향 구멍간 거리는 부산지구 25공의 경우 13mm:7mm 약 1/2로 둘레방향 사이가 아주좁고, 서울지구의 22공의 경우 13mm:10mm로 다소 좁고, 19공으로 개선할 경우 14mm:15mm로 약간 넓고, 16공으로 개선할 경우 15mm:20

mm로 넓어져 구멍수가 적어질수록 원주방향 구멍간 체적이 늘어 중심부열의 주변 또는 상하로의 열확산 전도율이 높아지고 산화속도가 완만하여져 산화층높이가 늘어나 과열현상이나 주변의 연소온도 미달현상을 방지할 수 있다.

이와같이 둘레방향 구멍간 거리가 좁으면 열의 확산 전도율이 낮고 연소되는 재층의 형성이 앞서서 단열 보온기능을 하기 때문에 중심부와 중간부분 및 외곽부분으로 세 원군의 격심한 온도차가 생긴다.

(8) 자동 온도조절: 구멍탄의 가스제조 기능이란 특수성을 고려하지 않고 연소통의 주변을 무조건 10cm 이상 보온하는 것은 연소량을 늘렸을때 과열 부작용이 일어나므로 단열 보온층은 연탄재나 규소토를 2.5-3cm 정도로 하고 그 외주에 폐열회수통을 설치하면 동일 열저항일때 내부온도 변화에 정비례로 방열량이 다르기 때문에 열회수통의 통풍량 증가에 의해 자동온도 조절이 가능하여 정상적연소온도 600-900°C 범위 유지가 용이하여진다.

(4) 2차 연소

(1) 자연착화: 구멍탄 정상외의 구멍끝은 석유심지 끝이나 분사노즐 또는 가스렌지의 노즐과 같으나 점화방식이 아니고 분출되는 CO가스가 일단 610°C 이상의 연소온도에 이를때 배기력이 높아져 뚜껑사이로 빨려드는 2차공기와 결합해 자연착화되어 CO+O=CO₂로 2차연소 될때 2/3 열량이 약

간 넘는 5,670kcal / kg를 발열하여 이 CO가스가 연소되는 것을 재연소 또는 2차 연소라고 하는 특성을 갖는다.

(2) 이용열량:이 2차연소 열량에 CO 제조시 발생한 2,430kcal / kg가 상승 되어 탄소가 보유한 8,100kcal / kg 전 열량을 완전하게 이용할 수 있는데 파란 불꽃이 보이지 않을 경우 1/3에 약간 미달하는 2,430kcal / kg CO 제조시 열량밖에 이용하지 못하고 배기가스중 CO 농도는 산소 소비량 21%와 같이 높아져 위험한 상태로 된다.

(3) 가스역류:이때는 2차연소실 온도가 3분의 1 이하로 낮아져 불꽃이나 굴뚝의 배기력이 연쇄적으로 약화되어 배기의 역류현상 까지 일으키게 되는데 이러한 상태가 문을 잠그고 잠자는 시간에 해당되어 가스사고 증가의 원인이 되므로 구멍수 결정이 더욱 중요하며 최소한의 불꽃이 지속되도록 선별 사용이 가능하도록 구멍수를 19공, 16공, 13공 등으로 다양화 함이 바람직하다.

(4) 구멍탄은 석탄의 효율적 이용방법:로스토프식 피탄용 연소기는 자주 연료를 공급해야 하고 자주 재를 털어줄때 로스토프 사이로 미연소탄이 허실되는데 비하여 구멍탄은 이상 설명한 바와 같이 정상적 구조로 제조하면 하루에 한번 교체로 피어나는 약 30분간 CO 허실을 볼뿐 가스렌지와 같이 불꽃 길이 조절범위가 넓어서 편리하게 언제든지 원하는 열량을 이용할 수 있는 잇점이

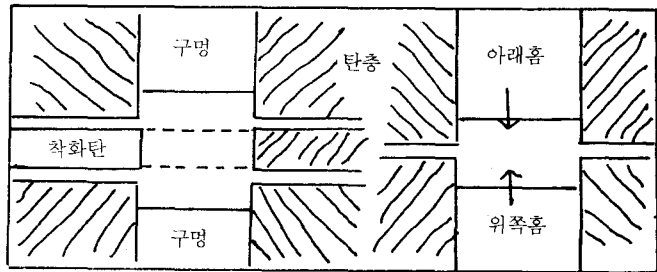
탄성 연탄가스중독 상태가 지속되는 것은 심각한 문제로서 이를 해결하기 위하여 실용신안으로 출원한 구조는 원주 방향으로 폭은 구멍의 지름과 같고 5mm 정도의 원형홈을 상하에 중심지름이 같은 원형홈을 2줄씩 판것이다.

있다.

(5) 노즐:가스렌지의 노즐은 1줄만으로 되어 있고 내 외부로부터 산소공급이 충분한데 반하여 연탄의 구멍끝(노즐)은 뚜껑의 주변 사이로 빨려드는 2차연소 공기가 외곽선 구멍사이들을 지나서 중간선 구멍들에, 다시 중간선 구멍사이들을 통과하여 중심구멍에 산소가 공급되므로 2차연소 공기 공급 차원으로 볼때도 주변 방향보다 틀레방향 구멍간 사이가 넓어야 산소공급이 원활하여 진다.

이 같은 원형홈을 2줄씩(5호탄은 3줄)을 판 것이다.

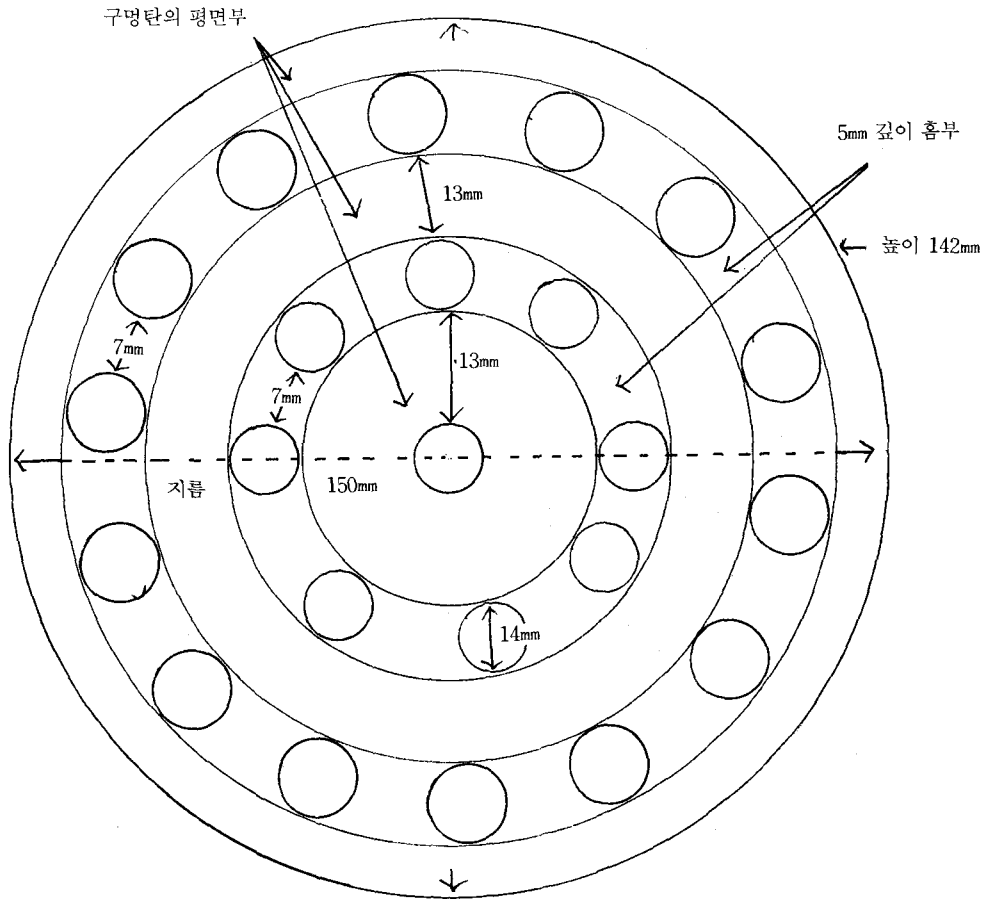
상하에 중심지름이 같은 원형홈이 구멍들 사이를 연통하고 있기 때문에 같은 구멍수의 연탄교체는 물론이고 사이에 평평한 착화탄을 넣거나 구멍수가 각각 다른 연탄을 집어 넣기만 하면 구멍이 엇갈려도 아래 위의 홈을 통하여 공기소통이 잘되므로 연탄은 고르게 연소된다. 파란 불꽃이 2-3cm 길이로 보이는 CO가 완전연소 상태의 밀연탄이라 할지라도 생연탄을 위에 올려놓으면



4. 구멍 안맞추는 연탄

CO를 한번 마시면 12시간 내지 24시간 체내에 머물게 되는데 하루에 최소한 3-4회 교체로 인한 탄성 연탄가스중독 상태가 지속되는 것은 심각한 문제로서 이를 해결하기 위하여 필자가 실용신안으로 출원한 구조는 원주방향으로 폭은 구멍의 지름과 같고 5mm 정도의 원형홈을 상하에 중심지름

불꽃온도를 냉각시키고 2차공기가 차단되어 불꽃은 사라지고 그 밑의 1차연소(착화)층을 잘 관찰하면 1차완전연소됨을 입증하는 희미한 파란불꽃을 확인할 수 있고 그 착화층위는 색깔이 없는 제조된 CO와 적열탄소층의 빨간색 밖에 볼수 없다. 이러한 상태에서 구멍을 맞추기 위하여 내려다 볼때는 21%나 되는 높은 농도



〈그림〉 공기연통용 평면도

1호탄 3.6kg 부산지구 25공(8페이지 7), (10페이지 4 관련)

의 CO를 바로 마시게 된다. 또한 뚜껑을 닫았다. 할지라도 피어나기전 역류하는 시간대에는 2차연소 공기가 빨려들지 못하고 반대로 21%의 CO가 분출됨을 명심해야 한다. 3구 3탄식의 구멍탄을 동시에 한번 교체할 경우 구멍을 맞추지 않고 바로 9개를 들어내고 3개를 교체할 때 9개를 다시 집어 넣는다 해도 최소한 1분이 소요되고, 달라붙은 연탄을 잘라낼 경우 3분을 합치면 4분이상이 걸리는데 이때 협소한 보일러실에 축적되는 CO 농도

는 아주 높아진다.

이러한 실내에서 6개의 구멍을 맞추는 30초 내지 1분간 21%의 고농도 CO를 마셔야 하는 위험한 일을 3번씩 반복하는 것을 방지하기 위한 구멍안맞추는 연탄사용의 중요성을 인정하게 된다(1.28%에서 2-3분 호흡하면 사망함).

5. 연탄 불꽃의 특징

탄소는 완전연소 될때 파란 불꽃이 발생하고 적열상태일 때 빨간색갈로 된다. 송풍식 분탄연소, 초, 초목, 석유등의

연소불꽃은 탄소분이 미연소 상태로 적열되어 있어서 빨간색을 발생하고 주변이나 상부의 완전연소 부위만이 파란색을 내며 완전연소 된다. 따라서 상부에 빨간색을 보이며 연소되는 것을 불완전연소(C+O=CO)라고 한다. 구멍탄은 환원층에서 색깔도 냄새도 형체도 감지할 수 없는 CO로 완전하게 환원되고 불완전연소 탄소분이 전혀 가스에 섞이지 않기 때문에 빨간불꽃은 차차 볼 수 없고 타지않으면 무색이고 점화되면 가스류와 같이 파란